

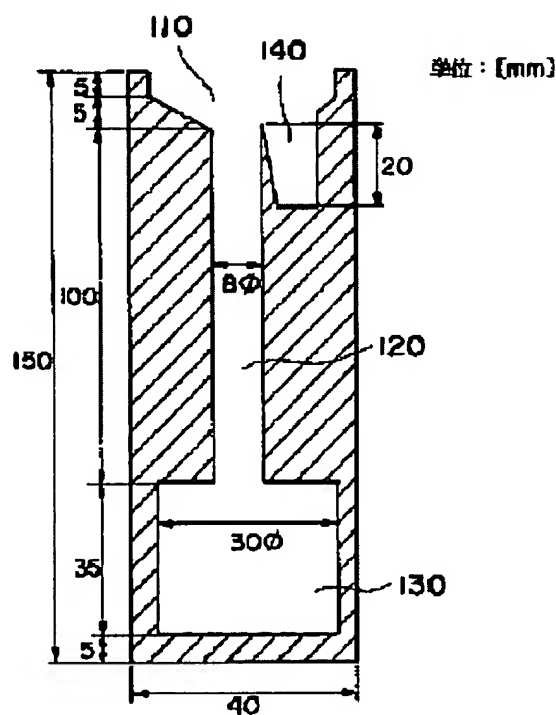
PRODUCTION OF FLUORIDE GLASS PREFORM AND APPARATUS FOR PRODUCING THE SAME

Patent number: JP8183630
Publication date: 1996-07-16
Inventor: FUKUDA CHIE; ONISHI MASASHI; KANAMORI HIROO
Applicant: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
Classification:
 - International: C03B37/014; G02B6/00
 - european:
Application number: JP19940327144 19941228
Priority number(s):

Report a data error here

Abstract of JP8183630

PURPOSE: To form a fluoride fiber having good quality by optimizing the injection amt. of a fluoride glass melt for clad to be previously injected into a columnar hollow part prior to injection of the fluoride glass melt for a core.
CONSTITUTION: The first fluoride glass melt spilling from a first hollow part 120 without being completely housed in the first hollow part 120 or second hollow part 130 is introduced into a third hollow part 140 without spilling outside a casting mold via an open hollow part when the first fluoride glass melt more than the total volume of the first hollow part 120 and the second hollow part 130 is injected from the open hollow part 110 of this apparatus for producing the fluoride glass. Consequently, the state that the melt of the sufficient amt. is injected into the first hollow part 120 and the second hollow part 130 without spilling the melt outside the casting mold, is realized on the outside of the casting mold. The apparatus for producing the fluoride glass preform comprises producing the fluoride glass preform by using this apparatus for production and adjusting the injection amt. of the first fluoride glass melt.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-183630

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 0 3 B 37/014

A

G 0 2 B 6/00

3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-327144

(22) 出願日 平成6年(1994)12月28日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 福田 智恵

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 大西 正志

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 金森 弘雄

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

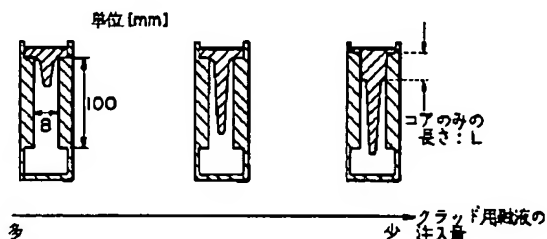
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 フッ化物ガラス母材の製造方法および製造装置

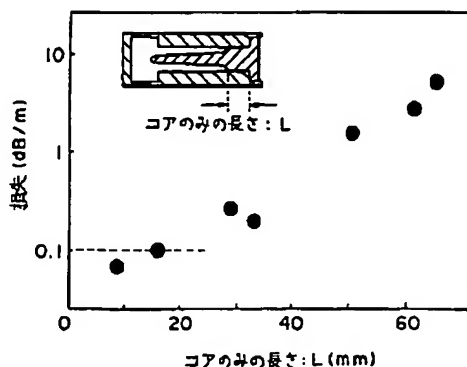
(57) 【要約】

【目的】 良質のフッ化物ファイバを作成できるフッ化物ガラス母材の製造装置とフッ化物ガラス母材の製造方法とを提供する。

【構成】 本発明のフッ化物ガラスの製造装置では、第1の中空部120と第2の中空部130との総体積よりも多い第1のフッ化物ガラス融液が開口中空部110から注入された場合であっても、第1の中空部120または第2の中空部130に収納しきれずに第1の中空部120から溢れた第1にフッ化物ガラス融液は、開口中空部を介して鋳型外部に溢れ出すことなく第3の中空部140へ導かれる。この結果、鋳型外部に融液をこぼさずに第1の中空部120と第2の中空部130とに充足量の融液が注入された状態を実現できる。そして、本発明のフッ化物ガラス母材の製造方法では、本発明の製造装置を使用して、第1のフッ化物ガラス融液の注入量を調節して、フッ化物ガラス母材を製造する。



(a)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数種のフッ化物ガラスの融液を順次注入してフッ化物ガラス母材を製造に使用するフッ化物ガラス母材の製造用鋳型であって、

前記複数種のフッ化物ガラス融液を注ぐ開口中空部と、第1の端部で前記開口中空部と連通した円柱状の第1の中空部と、

前記第1の中空部の第2の端部で前記第1の中空部と連通するとともに、前記第1の中空部の中心軸と略一致する中心軸を有し、前記第1の中空部の端部の面積よりも大きな端部を有する柱状の第2の中空部と、

開口端が前記第1の中空部の前記第1の端部と隣接し、前記開口中空部と連通するとともに、前記第1の中空部とは分離して形成された第3の中空部と、
を備えることを特徴とするフッ化物ガラス母材の製造用鋳型。

【請求項2】 前記第1の中空部および前記第2の中空部の中心軸と鉛直方向とのなす角度を可変設定する角度可変手段を更に備える、ことを特徴とするフッ化物ガラス母材の製造装置。

【請求項3】 請求項1記載のフッ化物ガラス母材製造用鋳型に、不活性ガス雰囲気中で、前記第1の中空部の体積と前記第2の中空部の体積の和よりも大きく、かつ、前記第1の中空部の体積と前記第2の中空部の体積と前記第3の中空部の和よりも小さな量のクラッド部となるべき第1の材料組成の第1のフッ化物ガラス融液を前記開口中空部から前記第1の中空部へ向けて注ぐ第1の工程と、

注いだ前記第1のフッ化物ガラス融液の前記第1の中空部の体積と前記第2の中空部の体積の和に対して過剰な前記第1のフッ化物ガラス融液を不活性雰囲気中で前記第3の中空部にこぼす第2の工程と、

前記第2の工程で前記円柱状中空部に収納する前記第1のフッ化物ガラス融液の量を調節した後、コア部となるべき第2のフッ化物ガラス融液を不活性ガス雰囲気中で前記開口中空部から前記第1の中空部内の前記第1のフッ化物ガラス融液上に注ぐ第3の工程と、

前記第2のフッ化物ガラス融液が注入された前記鋳型を不活性ガス雰囲気中で冷却して固化する第4の工程と、
を備えることを特徴とするフッ化物ガラス母材の製造方法。

【請求項4】 前記第1の工程では、前記第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは交差するとともに前記第1の中空部の前記第1の開口端と前記第3の中空部の開口端との隣接部は前記第1の開口端が形成する円の中心よりも高く設定され、

前記第2の工程および前記第3の工程では、前記第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは略平行に設定される、
ことを特徴とする請求項3記載のフッ化物ガラス母材の製造方法。

【請求項5】 前記第1の工程では、前記鋳型を180℃以上かつ250℃以下に予加熱後に前記第1のフッ化物ガラス融液の注入を行う、ことを特徴とする請求項3記載のフッ化物ガラス母材の製造方法。

【請求項6】 前記第1の工程での注入時の前記第1のフッ化物ガラス融液の温度は600℃以上かつ750℃以下である、ことを特徴とする請求項3記載のフッ化物ガラス母材の製造方法。

【請求項7】 前記第1の工程の終了後、前記第3の工程の開始までは10秒以内である、ことを特徴とする請求項3記載のフッ化物ガラス母材の製造方法。

【請求項8】 前記第4の工程後に、
固化されたフッ化物ガラス部材から前記第の中空部で固化した第1の円柱状のフッ化物ガラス部材を取り出す第5の工程と、

前記第1の円柱状のフッ化物ガラス部材を加熱して延伸し、第2の径を有する第2の円柱状のフッ化物ガラス部材とする第6の工程と、

前記第2の円柱状のフッ化物ガラス部材を前記第2の径と略同一の内径を有する円筒状のフッ化物ガラス部材に挿入する第7の工程と、

を更に備えることを特徴とする請求項3記載のフッ化物ガラス母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光伝送媒体であるフッ化物ファイバの作成にあたって使用されるフッ化物ガラス母材の製造装置とフッ化物ガラス母材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信の光伝送媒体として使用される赤外領域の光を透過する光ファイバとして、この波長領域で損失の少ないフッ化物ガラスを材料としたフッ化物ファイバが注目されている。フッ化物ファイバは、低損失性を生かした長距離伝送媒体として、また、赤外光を増幅する光ファイバ増幅器の構成要素として使用される。

【0003】フッ化物ファイバはフッ化物ガラス母材を線引して作成されるが、こうしたフッ化物ガラス母材は、期待するコアとクラッド間の比屈折率差を得るために調合されたコアおよびクラッド材料を出発材として、例えば、特公開 昭63-11535のファイバ用プリフォーム製造方法（以後、サクソンキャスト法と呼ぶ）を使用して作成される。このサクソンキャスト法は、ビルトインキャスト法やローテーションキャスト法に比べて、コア部とクラッド部との界面に周囲雰囲気から水分等が混入しにくいので、良質のフッ化物ファイバが得られる利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のフッ化物ガラス母材は上記のように製造されるが、同様にサクソンキャ

スティング法によって製造されたフッ化物ガラス母材を加熱線引しても、フッ化物ガラス母材ごとに製品であるフッ化物ファイバの損失特性に変動が生じる、また、加熱線引の出発材であるフッ化物ガラス母材によっては、損失特性として0.1 dB/m以下が好ましいのに対して1 dB/m以上の損失となるようなフッ化物ファイバも発生するという問題点があった。

【0005】本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、良質のフッ化物ファイバを作成できるフッ化物ガラス母材の製造装置とフッ化物ガラス母材の製造方法とを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、サクソンキャスト法でのフッ化物ガラス母材の製造にあったて、コア用のフッ化物ガラス融液の注入に先立って円柱状の中空部に注入しておくクラッド用のフッ化物ガラス融液の注入量を適性化することにより、良質なフッ化物ガラス母材を製造することを特徴とする。

【0007】すなわち、本発明のフッ化物ガラスの製造装置は、複数種のフッ化物ガラスの融液を順次注入してフッ化物ガラス母材を製造するフッ化物ガラス母材の製造用鋳型であって、(a)複数種のフッ化物ガラス融液を注ぐ開口中空部と、(b)第1の端部で開口中空部と連通した円柱状の第1の中空部と、(c)第1の中空部の第2の端部で第1の中空部と連通するとともに、第1の中空部の中心軸と略一致する中心軸を有し、第1の中空部の端部の面積よりも大きな端部を有する柱状の第2の中空部と、(d)開口端が第1の中空部の第1の端部と隣接し、開口中空部と連通するとともに、第1の中空部とは分離して形成された第3の中空部と、を備えることを特徴とする。

【0008】ここで、第1の中空部および第2の中空部の中心軸と鉛直方向とのなす角度を可変設定する角度可変手段を更に備えることを特徴としてもよい。

【0009】本発明のフッ化物ガラスの製造方法は、

(a)本発明のフッ化物ガラス母材製造用鋳型に、不活性ガス雰囲気中で、第1の中空部の体積と第2の中空部の体積の和よりも大きく、かつ、第1の中空部の体積と第2の中空部の体積と第3の中空部の和よりも小さな量のクラッド部となるべき第1の材料組成の第1のフッ化物ガラス融液を開口中空部から第1の中空部へ向けて注ぐ第1の工程と、(b)注いだ第1のフッ化物ガラス融液の第1の中空部の体積と第2の中空部の体積の和に対して過剰な第1のフッ化物ガラス融液を不活性雰囲気中で第3の中空部にこぼす第2の工程と、(c)第2の工程で円柱状中空部に収納する第1のフッ化物ガラス融液の量を調節した後、コア部となるべき第2のフッ化物ガラス融液を不活性ガス雰囲気中で開口中空部から第1の中空部内の第1のフッ化物ガラス融液上に注ぐ第3の工程と、(d)第2のフッ化物ガラス融液が注入された前

記鋳型を不活性ガス雰囲気中で徐冷して固化する第4の工程と、を備えることを特徴とする。

【0010】ここで、①第1の工程では、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは交差するとともに第1の中空部の第1の開口端と第3の中空部の開口端との隣接部は第1の開口端が形成する円の中心よりも高く設定され、②第2の工程および第3の工程では、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは略平行に設定される、ことを特徴としてもよい。

【0011】また、第1の工程では、前記鋳型を180℃以上かつ250℃以下に予加熱後に前記第1のフッ化物ガラス融液の注入を行うことを特徴としてもよい。

【0012】また、第1の工程での注入時の第1のフッ化物ガラス融液の温度は600℃以上かつ750℃以下であることが好適である。

【0013】また、第1の工程の終了後、第3の工程の開始までは10秒以内である、ことが好ましい。

【0014】また、第4の工程後に、(e)固化されたフッ化物ガラス部材から第1の中空部で固化した第1の円柱状のフッ化物ガラス部材を取り出す第5の工程と、

(f)第1の円柱状のフッ化物ガラス部材を加熱して延伸し、第2の径を有する第2の円柱状のフッ化物ガラス部材とする第6の工程と、(g)第2の円柱状のフッ化物ガラス部材を第2の径と略同一の内径を有する円筒状のフッ化物ガラス部材に挿入する第7の工程と、を更に備えることを特徴としてもよい。

【0015】

【作用】本発明のフッ化物ガラス母材の製造装置では、第1の中空部と第2の中空部との総体積よりも多い第1のフッ化物ガラス融液が開口中空部から第1の中空部へ向けて注入された場合には、第1の中空部または第2の中空部に収納しきれずに第1の中空部から溢れた第1にフッ化物ガラス融液は、開口中空部を介して鋳型外部に溢れ出すことなく第3の中空部へ導かれる。したがって、第1および第2の中空部の中心軸が鉛直方向と平行であれば、第1の中空部と第2の中空部と第3の中空部との体積の総和以下の量の融液の開口中空部から第1の中空部への注入であり、第1および第2の中空部の中心軸が鉛直方向と平行に設定すれば鋳型外部に融液をこぼさずに第1の中空部と第2の中空部とに充足量の融液が注入された状態を実現できる。また、第1および第2の中空部の中心軸を鉛直方向に対して傾け、第3の中空部の開口中空部との連結部を第1の中空部の開口中空部との連結部よりも低く設定することにより、第1の中空部および第2の中空部に収納される融液の量を調整可能であり、かつ、傾きの角度を調整することにより微妙な融液量の調整が可能となる。こうした、傾きを付与するには、鋳型に加えて第1の中空部および第2の中空部の中心軸と鉛直方向とのなす角度を可変設定する角度可変手段を更に備えることが好適である。

【0016】本発明のフッ化物ガラス母材の製造方法では、不活性ガス雰囲気中で溶融した第1のフッ化物ガラス融液と第2のフッ化物ガラス融液を用意した後、まず、本発明のフッ化物ガラス母材の製造装置である鑄型に、ガラス軟化温度よりも低い温度（例えば、室温程度）であり且つ不活性ガス雰囲気中で、第1の中空部の体積と第2の中空部の体積の和よりも大きく、かつ、第1の中空部の体積と第2の中空部の体積と第3の中空部の和よりも小さな量のクラッド部となるべき第1の材料組成の第1のフッ化物ガラス融液を開口中空部から第1の中空部へ向けて注ぐ。

【0017】ここで、第1のフッ化物ガラス融液の注入にあたっては、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは交差するとともに第1の中空部の第1の開口端と第3の中空部の開口端との隣接部は第1の開口端が形成する円の中心よりも高く設定することが好適である。

【0018】また、鑄型を180℃以上かつ250℃以下に予加熱後に第1のフッ化物ガラスを注入することにより、180℃未満の場合の融液の急冷によるガラスにおけるクラックの発生および250℃を越える場合の融液と鑄型内面との反応の防止が図られる。

【0019】また、注入時の第1のフッ化物ガラス融液の温度は600℃以上かつ750℃以下であることが好適である。

【0020】次に、注いだ第1のフッ化物ガラス融液の第1の中空部の体積と第2の中空部の体積の和に対して過剰な第1のフッ化物ガラス融液を不活性ガス雰囲気中で第3の中空部にこぼして、第1の中空部に収納する第1のフッ化物ガラス融液の量を調整する。例えば、開口中空部を鉛直上方に向けるとともに、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは略平行に設定することにより、第1の中空部および第2の中空部に収納される第1のフッ化物ガラス融液の量を充足量とすることができる。

【0021】引き続き、コア部となるべき第2のフッ化物ガラス融液を不活性ガス雰囲気中で開口中空部から第1の中空部内の第1のフッ化物ガラス融液上に注ぐ。このとき、開口中空部を鉛直上方に向けるとともに、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは略平行に設定してもよいし、第1の中空部の中心軸を多少傾けて、第2のフッ化物ガラス融液を注入し、その後、開口中空部を鉛直上方に向けるとともに、第1の中空部の中心軸と鉛直方向とは略平行に設定してもよい。

【0022】また、第1のフッ化物ガラス融液の注入完了後、第2のフッ化物ガラス融液の注入の開始までが10秒以内であることが好ましい。

【0023】次いで、第2のフッ化物ガラス融液が注入された鑄型を不活性ガス雰囲気中で徐冷して固化する。そして、固化したガラス部材から第1の中空部で固化した部分を取りだしてフッ化物ガラス母材を得る。

【0024】なお、上記の製造方法では、コアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径を充分大きくできない場合がある（通常は1：3程度）。作成されるフッ化物ファイバにおける所望のコア径に対するクラッドの外径（CCT規格では125μm）の比が、上記の製造方法で得られたフッ化物ガラス部材のコアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径の比よりも大きい場合には、第1の中空部で固化した部分を取りだし後、以下のようにして所望のフッ化物ガラス母材を製造する。

【0025】まず、取り出したフッ化物ガラス部材を加熱して延伸し、第2の径を有する円柱状のフッ化物ガラス部材とした後、この円柱状のフッ化物ガラス部材を第2の径と略同一の内径を有する円筒状のフッ化物ガラス部材に挿入する。この操作により所望のコアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径の比のフッ化物ガラス母材を得る。

【0026】

【実施例】本発明の実施例の説明に先立って、本発明の契機となった発明者らの知見について説明する。

【0027】上記の「発明の解決すべき課題」で述べた、フッ化物ファイバの損失特性の変動および損失の大きなフッ化物ファイバの出現について、発明者等が調査・研究を行った結果、コア部となるべきコア用フッ化物ガラス融液を既に注入されているクラッド部となるべきクラッド用のフッ化物ガラス上に注入するにあたって、注入鑄型にクラッド用フッ化物ガラス融液がどの程度注入されていたかが関わることを見いだした。

【0028】図1は、クラッド用フッ化物ガラス融液の注入量と製造されるフッ化物ガラス母材のコアとなるべき部分の形状およびフッ化物ファイバの損失特性との関係の説明図である。図1(a)はクラッド用フッ化物ガラス融液の注入量とフッ化物ガラス母材のコアとなるべき部分の形状を示し、図1(b)はフッ化物ガラス母材のコアとなるべき部分の形状とそのフッ化物ガラスから作成されたフッ化物ファイバの損失特性との関係を示す。なお、注入鑄型の形状は、円柱状中空部を殆ど満たす量（以後、充足量と呼ぶ）以下のクラッド用フッ化物ガラス融液が注入された場合にフッ化物ガラス母材の両端面間にコアとなるべき部分が形成されるように設計されている。

【0029】図1(a)に示すように、クラッド用フッ化物ガラス融液が過剰に注入された場合にはコアとなるべき部分の成長が充分でなく、母材として使用できる部分が短くなる。一方、クラッド用フッ化物ガラス融液が略充足量程度以下注入された場合にはコアとなるべき部分の成長は充分である。こうしたコアとなるべき部分が十分に成長したフッ化物ガラス母材には、コアとなるべきフッ化物ガラスが外周部に露出している部分（以後、コア材のみの部分と呼ぶ）が存在することになる。そして、製造されたフッ化物ガラス母材のコア材のみの部分

の長さLによって、その母材を線引して作成したフッ化物ファイバの損失特性が変動すること、および、図1(b)に示すように、好適な損失特性である0.1dB/m以下を確保するには、コア部材のみの部分Lを10mm以下とすればよいことが見いだされた。

【0030】この現象は、「クラッド用融液の注入量が少ない場合、クラッド用融液の冷却速度が速いために、クラッドとなるべき部分の内面がコア用融液の注入により再加熱され、界面に微結晶が析出する」ためと推測される。

【0031】以下、添付図面を参照して本発明のフッ化物ガラス母材の製造装置とフッ化物ガラス母材の製造方法との実施例を説明する。なお、図面の説明にあたって同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0032】図2は、本発明の一実施例に係るフッ化物ガラス母材の製造装置の構成図である。図2(a)に示すように、この装置は、鋳型100であって、(a)フッ化物ガラス融液を注ぐ開口中空部110と、(b)第1の端部121側で開口中空部110の第1の領域で開口中空部110と連通した直径=8mm、長さ=100mmの円柱状の中空部120と、(c)中空部120の第2の端部122側で中空部120と連通するとともに、中空部120の中心軸と略一致する中心軸(X)を有し、中空部120の端部の面積よりも大きな端部を有する円柱状の中空部130と、(d)開口端141が開口中空部110の第1の領域と隣接した開口中空部110の第2の領域で開口中空部110と連通するとともに、中空部120とは分離して形成された中空部140とを備える。そして、本実施例では、図2(b)に示す、鋳型100を収納し、鋳型100を任意の角度に傾ける角度可変器150を使用する。

*【0033】本発明の一実施例に係るフッ化物ガラス母材の製造方法は、鋳型100を含む製造系で実施される。図3は、実施例のフッ化物ガラス母材の製造方法を実施する製造系の構成図である。図3に示すように、この製造系は、操作容器としてのドライグローブボックス200とこれに接続された加熱容器としての加熱炉300とを備える。加熱炉300は、石英製の炉芯管310とその解放端に設けられたキャップ330と炉芯管310の周囲を包むヒータ320とを有する。炉芯管310は、SiO₂ガラスで形成され、その内面には炉芯管の形状に沿うような形のPtスリーブが挿入されている。炉芯管310の内部には溶融用のるつぼ410、420を収容する円柱状の空間が形成されている。

【0034】炉芯管310のドライグローブボックス200側の端部には、吸入口301が設けられていて、不活性ガスであるAr等をこの炉芯管310内に導入することができる。炉芯管310内に導入された不活性ガス、内部で発生したガス等は、その他端に設けられた排出口302から排気される。炉芯管310中のるつぼ410、420は、台500の上に載置されており、前述のキャップ330を介してドライグローブボックス200側に取り出すことができる。

【0035】ドライグローブボックス200には、作業用のグローブ210、観察窓220の他、エントリーロック、アニール炉等が設けられ、鋳型100が収納される。

【0036】本実施例のフッ化物ガラス母材の製造方法では以下のようにしてフッ化物ガラス母材を製造する。

【0037】まず、ドライグローブボックス200内で、表1に示す2種の原材料を準備する。

【0038】

【表1】

単位: mol %

種別	ZrF ₄	BaF ₂	LaF ₃	AlF ₃	NaF	HfF ₄
コア用	53.3	21.3	4.0	3.0	18.4	0
クラッド用	10.5	18.6	4.2	4.2	22.2	40.3

【0039】引き続き、これらの原材料に添加剤としての5重量%のフッ素化剤NH₄HF₂を添加したものを、クラッド用材料をるつぼ410に、コア用材料をるつぼ420に入れて、台500に乗せて内部温度が略250℃に設定された炉芯管310内に投入する。

【0040】次に、るつぼ410、420をAr雰囲気中(Ar流量=3l/分; 炉芯管310内気圧=大気圧-400mmHg; O)に昇温速度=20℃/分で略850℃に加熱して約1.5時間保持し、るつぼ410、420内の原材料を溶融する。

【0041】引き続き、約0.5時間かけて660℃まで降温して1時間保持後、キャップ330を取り外し、

台500と共にるつぼ410、420をグローブ210を使用して炉芯管310から室温のドライグローブボックス200内へ取り出す。

【0042】次いで、るつぼ410内のクラッド用フッ化物ガラス融液およびるつぼ420内のコア用フッ化物ガラス融液を、順次、鋳型100に注入(キャストイング)する。図4は、キャストイングの工程図である。

【0043】本実施例のキャストイング工程では、まず、鋳型100を約200℃に予加熱し、中空部140の開口端141が中空部120の開口端121よりも上方になるように鋳型100を傾けて、中空部120および中空部130にるつぼ410内のクラッド用フッ化物

ガラス融液を開口中空部110から注入する。注入量は、第1の中空部120と中空部130との体積の和よりも多く、かつ、第1の中空部120と中空部130と第3の中空部140との体積の和よりも少なくする(図4(a)参照)。

【0044】次に、鋳型100を直立させて、過剰なクラッド用フッ化物ガラス融液を中空部140にこぼす*

$$\Delta V = \pi \cdot r^2 \cdot L$$

ここで、r：中空部120の内半径
という関係がある。

【0045】引き続き、クラッド用フッ化物ガラス融液の注入終了時から10秒以内につば420内のコア用フッ化物ガラス融液を注入する(図4(c)参照)。

【0046】次いで、鋳型100を直立させたままグローブボックス200内の内部温度が約250℃に設定されたアニール炉に収納して約5時間保持後、約2時間かけて約220℃に降温して約5時間保持する。更に、約5時間かけて室温に降温する。こうして徐冷された固化されたガラス部材800を鋳型100から取り出し(図4(d)参照)、中空部120に応じた部分を以外を分離してフッ化物ガラス母材810を得る(図4(e)参照)。

※

$$-0.5 \text{ cm}^3 < \Delta V < 0.5 \text{ cm}^3$$

…(2)

で得られ、更に、

$$-0.5 \text{ cm}^3 < \Delta V < 0.2 \text{ cm}^3$$

…(3)

では、損失が0.04 dB/m以下で安定していることが確認できる。上述のように、本実施例では、誤差 ΔV を0.1 cm³以下で制御可能なので、(3)式の範囲に ΔV を調整可能である。

【0049】図6は、「クラッドとなるべき部分の内面の温度が低いとコア用融液の注入により再加熱され、界面に微結晶が析出する」との推測から、クラッド用フッ化物ガラス融液の注入完了後、コア用フッ化物ガラス融液の注入開始までの時間Tに着目して、作成されたフッ化物ファイバの損失特性を測定した結果のグラフである。図6から、時間Tが10秒以内の場合は損失特性が0.04 dB/m以下で安定しているが、10秒を越えると徐々に損失特性が劣化することが確認できる。本実施例では、時間Tを10秒以内としているので、安定して損失特性の良いフッ化物ファイバを作成できるフッ化物ガラス母材を製造できる。

【0050】なお、上記の製造方法では、コアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径を充分大きくできない場合がある(通常は1:3程度)。特に、単一モード光ファイバとするためには、作成されるフッ化物ファイバにおける所望のコア径に対するクラッドの外径(C C I T T規格では125 μ m)の比が、上記の実施例で得られたフッ化物ガラス部材のコアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径の比よりも大きくする必要がある。図7は、こうした場合

* (図4(b)参照)。この結果、中空部120と中空部130とは丁度クラッド用フッ化物ガラス融液で満たされる。この操作により、充足量から $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ の誤差($\Delta V = \text{充足量} - \text{注入量}$)で中空部120と中空部130とは丁度クラッド用フッ化物ガラス融液で満たすことができる。なお、充足量からの誤差 ΔV と冷却後のコア材のみの部分の長さLとは、

…(1)

※【0047】こうして、コアとなるべき部分811が母材の中心軸の全体にわたって有効に形成され、かつ固化後に中空部120において存在するコア材のみの部分の長さを低減したフッ化物ガラス母材810を得る。そして、フッ化物ガラス母材810を線引きして作成されたフッ化物ファイバは、波長 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ の光に対して伝送損失が0.03 dB/mと良好であった。

【0048】図5は、充足量からの誤差 ΔV と線引後のフッ化物ファイバの損失特性との関係を示すグラフである。図5に示す結果は、上記の実施例におけるクラッドようフッ化物ガラス融液の中空部130へこぼす量の調節および中空部130が無い鋳型を使用して求めた。図5から、実用的な損失特性は、

に適用可能な、図4に引き続き製造工程図である。

【0051】図7に示すように、まず、取り出したフッ化物ガラス部材810(図7(a)参照)を加熱して延伸し、径r2を有する円柱状のフッ化物ガラス部材820とした(図7(b)参照)後、内径r2を有する円筒状のフッ化物ガラス部材830(図7(c)参照)に挿入して加熱して延伸する。この操作により所望のコアとなるべき部分の径に対してクラッドとなるべき部分の外径の比のフッ化物ガラス母材840(図7(d)参照)を得る。

【0052】本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく変形が可能である。例えば、上記実施例では中空部120の径を8 mmとしたが、実施例の製造装置および製造方法では充足量からの誤差を0.1 cm³の精度で調整可能なので、中空部の径が6 mm以上であれば、同様にして良質のフッ化物ガラス母材の製造が可能である。

【0053】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明のフッ化物ガラス母材の製造装置およびフッ化物ガラス母材の製造方法によれば、鋳型内部に第3の中空部を設け、第3の中空部に融液をこぼすことにより、母材形成のための鋳型内中空部に収納する融液量を精度良く調整可能としたので、損失特性の優れたフッ化物ファイバを作成可能なフッ化物ガラス母材を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】クラッド用フッ化物ガラス融液の注入量とコアとなるべき部分の形状およびフッ化物ファイバの損失特性との関係の説明図である。

【図2】本発明の実施例のフッ化物ガラス母材の製造装置の構成図である。

【図3】本発明の実施例のフッ化物ガラス母材の製造方法を実施する製造系の構成図である。

【図4】実施例のフッ化物ガラス母材の製造方法でのキャストイング工程図である。

【図5】クラッド用フッ化物ガラス融液の注入量とフッ

化物ファイバの損失特性との関係を示すグラフである。

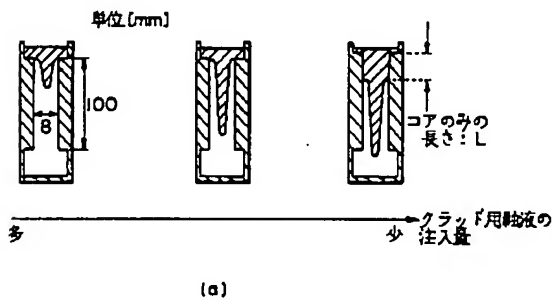
【図6】クラッド用フッ化物ガラス融液の注入完了からコア用フッ化物ガラス融液の注入開始までの時間とフッ化物ファイバの損失特性との関係を示すグラフである。

【図7】キャストイング工程後のフッ化物ガラス母材の製造工程図である。

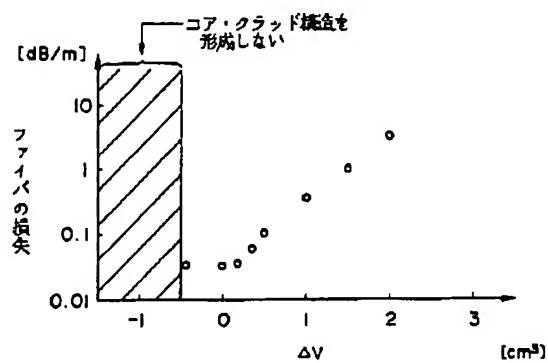
【符号の説明】

100…鋳型、110…開口中空部、120、130、140…中空部、150…角度可変器、200…ドライグローブボックス、300…加熱炉、410、420…

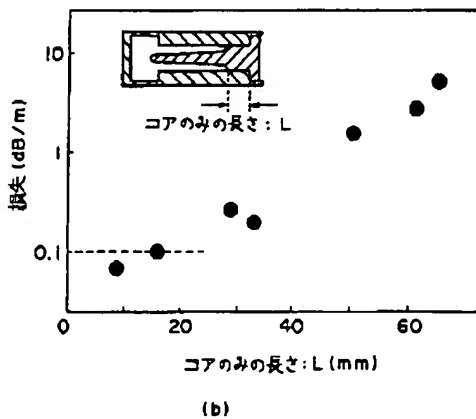
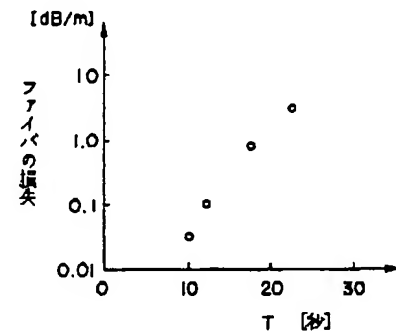
【図1】



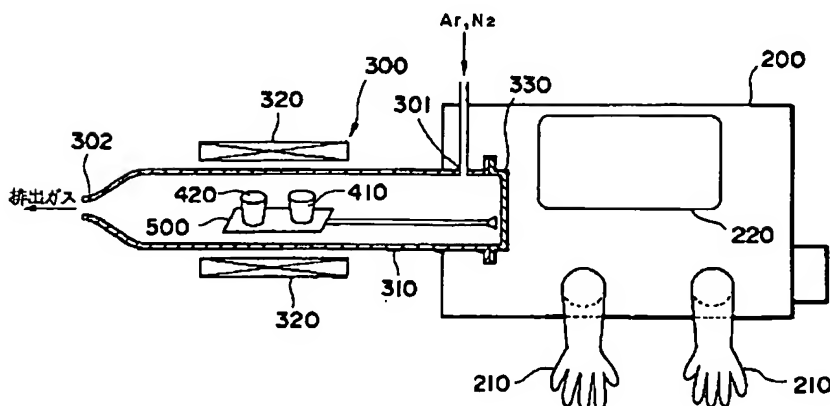
【図5】



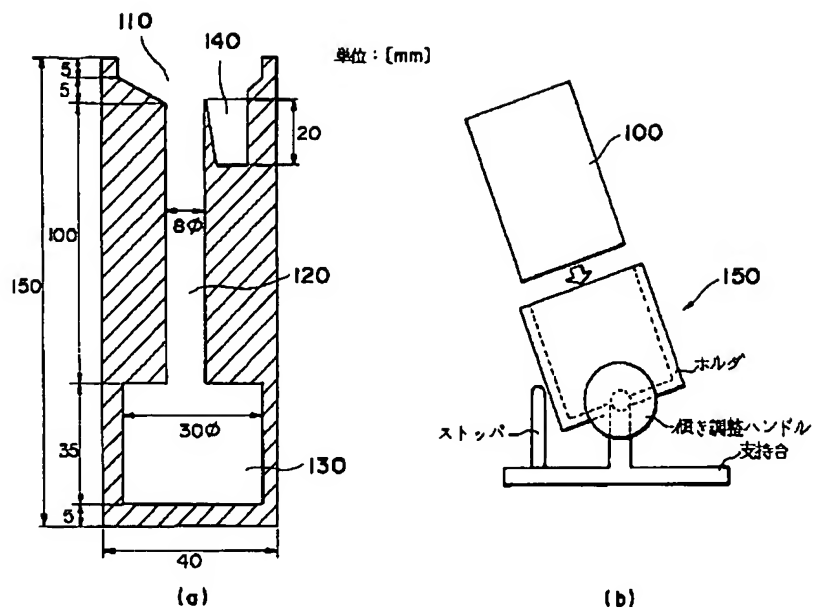
【図6】



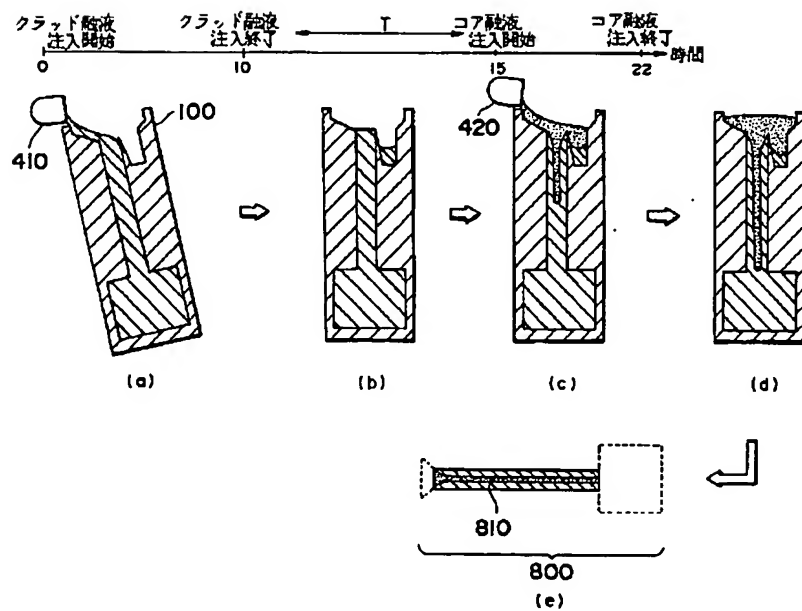
【図3】



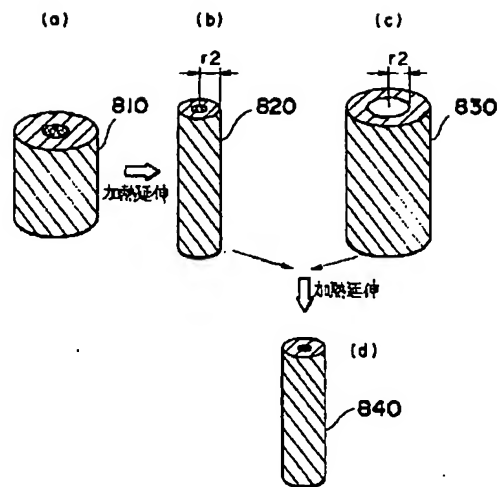
【図2】



【図4】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.